

PAT-NO: JP410294217A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10294217 A

TITLE: SPIN VALVE TYPE MAGNETORESISTANCE EFFECT FILM AND  
MAGNETIC HEAD HAVING THE SAME

PUBN-DATE: November 4, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NOMURA, AKIHIKO

INT-CL (IPC): H01F010/16, G11B005/39 , H01L043/08

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To simultaneously realize a large rate of resistance change and good soft magnetic property, by constituting a ferromagnetic free layer by a multilayered body of CoFe layers and NiFe layers, and limiting the thickness of the CoFe layer and the NiFe layer to not greater than a specified value.

SOLUTION: CoFe layers 21, 22,... and NiFe layers 21', 22',... are alternately stacked on a glass substrate 1, thus forming a free layer 2. Then, a non- magnetic intermediate layer 3, and a fixed layer 4 made of two layers of a CoFe layer 41 and a FeMn layer 41' are sequentially stacked. Then, an underlying layer 5 is formed between the substrate 1 and the free layer 2, and a protective layer 6 is formed on the fixed layer 4. In this case, each of the CoFe layers 21, 22,... and the NiFe layers 21', 22',... constituting the free layer 2 has a thickness of about 3 nm or smaller. Thus, a large rate of resistance change and good soft magnetic property, that is, a low coercive force, can be realized simultaneously.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (1):

PROBLEM TO BE SOLVED: To simultaneously realize a large rate of resistance change and good soft magnetic property, by constituting a ferromagnetic free layer by a multilayered body of CoFe layers and NiFe layers, and limiting the thickness of the CoFe layer and the NiFe layer to not greater than a specified value.

Application Date - APD (1):

19970421

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-294217

(43) 公開日 平成10年(1998)11月4日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
H 0 1 F 10/16		H 0 1 F 10/16	
G 1 1 B 5/39		G 1 1 B 5/39	
H 0 1 L 43/08		H 0 1 L 43/08	Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 5 頁)

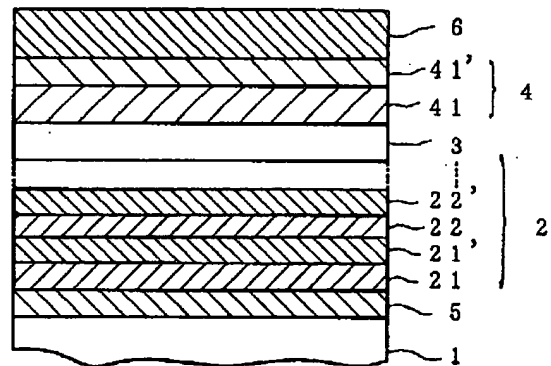
(21) 出願番号	特願平9-117554	(71) 出願人	000004329 日本ビクター株式会社 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
(22) 出願日	平成9年(1997)4月21日	(72) 発明者	野村 昭彦 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 二瓶 正敬

(54) 【発明の名称】 スピンバルブ型磁気抵抗効果膜及びこれを有する磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 スピンバルブ膜の自由層にCo若しくはCoFeを使用すると軟磁気特性が十分ではなく、NiFeを使用すると満足すべき抵抗変化率が得られない。また、CoとNiFeとの積層体の場合は、選択すべき膜厚範囲が非常に狭く、製造が困難である。

【解決手段】 スピンバルブ膜の自由層をCoFe層とNiFe層との積層体とし、かつ、各層の厚さを各々3nm以下とする。このスピンバルブ膜のを基板上に形成して磁気ヘッドを得ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 強磁性自由層上に、非磁性中間層を介して、強磁性固定層が形成されたスピナバルブ膜を有するスピナバルブ型磁気抵抗効果膜において、前記強磁性自由層が、CoFe層とNiFe層との積層体よりなり、かつ、このCoFe層とNiFe層の厚さが、各々3nm以下であることを特徴とするスピナバルブ型磁気抵抗効果膜。

【請求項2】 基板上に、強磁性自由層、非磁性中間層及び強磁性固定層よりなるスピナバルブ型磁気抵抗効果膜が形成された磁気ヘッドにおいて、前記強磁性自由層が、CoFe層とNiFe層との積層体よりなり、かつ、このCoFe層とNiFe層の厚さが、各々3nm以下であることを特徴とする磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はスピナバルブ型磁気抵抗効果膜及びそれを利用した磁気ヘッドに関し、特に、HDDなどの磁気ディスク装置、あるいは、DCCなどの磁気テープ装置に用いられる磁気抵抗効果型ヘッドとして優れた特性を有するスピナバルブ型磁気抵抗効果膜及び磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、HDDなどの磁気記録装置において、再生用に磁気抵抗効果型ヘッド（以下、MRヘッドという）が用いられている。このMRヘッドは、従来のコイル式のインダクティブヘッドよりも高感度、高出力であるという利点があり、装置の小型化、高密度化に有用である。また、最近、より高いMR効果を得られるMRヘッドに関する技術が発表されている。これは、スピナバルブ型MRヘッドと称され、その素子の中心部は、非磁性金属の薄膜によって隔てられた2つの磁性薄膜で構成されている。そして、2つの磁性膜の磁化方向は、外部磁界に対して各々異なった変化をするように設定されている。すなわち、第1の磁性膜（以下、自由層という）は、媒体からの信号磁界により磁化方向が回転するように設定され、一方、第2の磁性膜（以下、固定層という）は、同じく媒体からの信号磁界に対し、磁化方向が保持されるように設定されている。

【0003】したがって、自由層には保磁力の小さい磁性膜、すなわち、軟磁気特性に優れた磁性膜を用い、固定層には反強磁性膜を積層して交換結合を利用し固着する方法、あるいは、保磁力の大きな磁性膜を用いて固着する方法などを利用することが一般的である。このときの電気抵抗は、2層の磁化方向のなす角度の余弦として変化するので、2層の磁化が同一方向を向いたときに電気抵抗は最小となり、逆に磁化が反対を向いたときに最大となる。記録媒体からの信号磁界により、このような変化が起き、再生信号が得られる。

【0004】上記のようなスピナバルブ膜を用いた磁気

ヘッドの特性を向上させるためには、次の2点が重要である。すなわち、

1) 抵抗変化率を大きくする。

2) 自由層の軟磁気特性を向上させる（低保磁力化）。この2点を満足するスピナバルブ膜を得るために、自由層及び固定層を構成する磁性材料について種々検討が重ねられている。例えば、抵抗変化率を向上させるためには、自由層、固定層に用いる磁性材料としてCoやCoFeを使用することが有効である。しかし、これらの材料は軟磁気特性が十分ではないという問題がある。一方、軟磁気特性が良好なNiFeなどの磁性材料を使用すると、Co系材料の半分程度の抵抗変化率しか得ることができない。そこで、最近、自由層をCo層とNiFe層とからなる多層膜とし、高磁気抵抗変化率と低保磁力とを同時に達成しようとするものが提案されている（特開平8-273124号公報参照）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、Co層とNiFe層の多層膜においては、Co膜の膜厚が非常に薄く、しかも、選択しうる膜厚範囲が非常に狭い範囲に限定されてしまうので、製造時にこの膜厚を再現性良く実現することが極めて困難であるという問題がある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者は、自由層を構成する磁性材料として、高い抵抗変化率を有するCoFeを選択し、さらに、このCoFeの結晶構造が面心立方であり、その(111)面に配向した膜が良好な軟磁気特性を示すという事実から、CoFeの(111)面配向を促進し、軟磁気特性を向上させるため、このCoFeと同じく面心立方の結晶構造を有し、しかも、格子定数が近いNiFeを選択して、CoFeと積層させることにより上記課題を解決し得ることを確認した。

【0007】すなわち、本発明によれば、強磁性自由層上に、非磁性中間層を介して強磁性固定層が形成されたスピナバルブ膜を有するスピナバルブ型磁気抵抗効果膜において、強磁性自由層が、CoFe層とNiFe層との積層体よりなり、かつ、このCoFe層とNiFe層の厚さが、各々3nm以下であるものが提供される。

【0008】さらに本発明によれば基板上に、強磁性自由層、非磁性中間層及び強磁性固定層よりなるスピナバルブ型磁気抵抗効果膜が形成された磁気ヘッドの強磁性自由層が、CoFe層とNiFe層との積層体よりなり、かつ、このCoFe層とNiFe層の厚さが、各々3nm以下であるものが提供される。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明のスピナバルブ型磁気抵抗効果膜は、図1に示すように、例えば、ガラス基板1上に、CoFe層21、22、…とNiFe層21'、22'、…とが交互に積層された自由層2、例えばCuよりなる非磁性中間層3、及び、例えばCoFe層41と

FeMn層41'の2層膜よりなる固定層4が順次積層されたものである。そして、基板1と自由層2との間には、例えばTaよりなる下地層5、さらに、固定層4の上には、例えばTaよりなる保護層6が形成されているもよい。

【0010】自由層2は、上述したように、CoFe層21、22、…とNiFe層21'、22'、…の積層膜であるが、このとき、各々の層の厚さを3nm以下とすることが必要である。このCoFe層の厚さが3nmを超えると、保磁力が増加し、また、NiFe層の厚さが3nmを超えると、抵抗変化率が低下してしまう。CoFe層の好ましい厚さは、1.0~3.0nmであり、さらに好ましくは、1.5~2.5nmである。そして、NiFe層の好ましい厚さは、0.5~3.0nmであり、さらに好ましくは、1.0~2.0nmである。なお、この自由層2において、CoFe層とNiFe層の積層数は、特に限定されるものではなく、各層の膜厚などに応じて適宜決定すればよい。

【0011】図2はCoFe/NiFe積層膜において、CoFeの膜厚を1.5nmに固定し、NiFeの膜厚を種々に変化させた時の膜厚と保磁力との関係を示したものであり、図3は同様にそのときのX線回折パターンを示したものである。なお、CoFe/NiFeの積層数は6とした。図2からも明らかなように、保磁力は、NiFeの膜厚の増加と共に低下することが判つ

(自由層の膜厚及び積層数)

実施例1	[CoFe(1.5nm)/NiFe(1.6nm)]×3+ CoFe(1.5nm)
〃 2	[CoFe(1.0nm)/NiFe(1.6nm)]×6+ CoFe(1.5nm)
〃 3	[CoFe(2.0nm)/NiFe(1.6nm)]×3+ CoFe(1.5nm)
〃 4	[CoFe(3.0nm)/NiFe(1.6nm)]×2+ CoFe(1.5nm)
比較例1	[CoFe(3.5nm)/NiFe(1.6nm)]×3+ CoFe(1.5nm)
〃 2	[CoFe(1.5nm)/NiFe(3.5nm)]×3+ CoFe(1.5nm)
〃 3	CoFe(6.0nm)
〃 4	NiFe(6.0nm)

【0015】以上のようにして得られた各スピバルブ膜の抵抗変化率と保磁力を測定して、その結果を表2に示した。

※

	抵抗変化率(%)	保磁力(Oe)
実施例1	5.66	2.8
〃 2	6.60	3.2
〃 3	6.53	2.0
〃 4	6.60	2.5
比較例1	6.50	10.5
〃 2	3.60	1.8

\*た。一方、図3のX線回折パターンから、NiFeの膜厚の増加と共に $2\theta=43^\circ$ 付近にピークが出現する。これは、CoFeとNiFeの(111)面のピークであり、両者を積層することによって、結晶性が改善され、その結果軟磁気特性が向上したことが確認された。

【0012】なお、本発明の磁気ヘッドは、例えばアルチック( $Al_2O_3 \cdot TiC$ )基板上に、上記のスピバルブ型磁気抵抗効果膜を通常の方法により積層して製造することができる。

【0013】

【実施例】以下に示す実施例により、本発明を具体的に説明する。

<実施例1~4、比較例1~4>次のようにして図1に示した層構成を有するスピバルブ型磁気抵抗効果膜を作製した。すなわち、ガラス基板1上にスパッタ法を用いて厚さ5nmのTa下地層5、下記表1に示した膜厚、積層数を有するCoFe(90-10at%) / NiFe(82-18at%)自由層2、厚さ2.5nmのCu中間層3、厚さ3.0nmのCoFe(90-10at%)と厚さ8.0nmのFeMn(50-50at%)の2層構造を有する固定層4、並びに、厚さ5.0nmのTa保護層6を順次積層した。なお、上記各層の成膜は、基板面内方向に磁界を印加しながら行った。

【0014】

【表1】

※【0016】

【表2】

5  
 // 3 6.07  
 // 4 3.20

58  
 1.6

【0017】表2の結果からも明らかとなり、膜厚3.0nm以下のCoFeとNiFeの積層膜からなる自由層を有する本発明のスピンバルブ型磁気抵抗効果膜（実施例1～4）は、抵抗変化率、保磁力が共に優れていることが確認された。また、本発明においては、積層膜の膜厚を広範囲から選択することができ、設計自由度が向上し、製造時の再現性の向上に有用である。それに対して、同様の積層膜ではあるものの、CoFe、NiFeの何れかの膜厚が3.0nmを超えるもの（比較例1、2）は、抵抗変化率及び保磁力のうち何れかの特性劣化が始まる。さらに、CoFeの単層膜を用いたもの（比較例3）は抵抗変化率は良好なものの、保磁力が著しく高くなってしまい、NiFeの単層膜を用いたもの（比較例4）は、保磁力は良好なものの、抵抗変化率が小さく実用に適さないことが確認された。

【0018】さらに、このようなスピンバルブ型磁気抵抗効果膜を使用した磁気ヘッドは、高感度並びに高出力であることが確認された。

【0019】

【発明の効果】以上詳細に説明したとおり、本発明によれば、大きな抵抗変化率と、良好な軟磁気特性すなわち\*

\* 低保磁力を同時に満足するスピンバルブ型磁気抵抗効果膜が得られるため、各種磁気抵抗効果型ヘッドとして極めて有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のスピンバルブ型磁気抵抗効果膜の層構成の一例を示す縦断面図である。

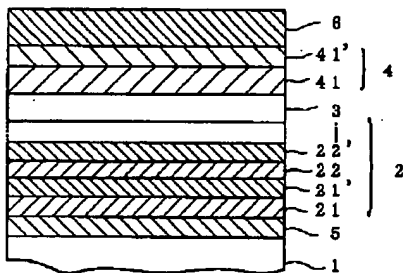
【図2】図1の自由層を構成するCoFe/NiFe積層膜におけるNiFe膜厚と保磁力との関係を示すグラフである。

【図3】図1の自由層を構成するCoFe/NiFe積層膜のX線回折パターン図である。

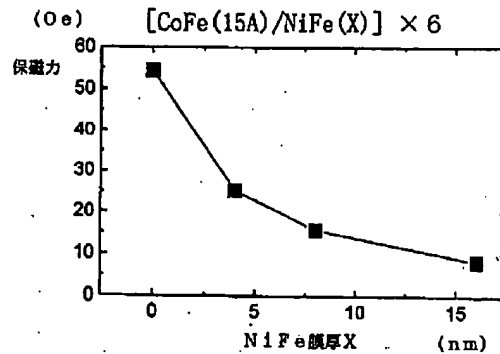
【符号の説明】

- 1 基板（ガラス基板）
- 2 自由層
- 3 非磁性中間層
- 4 固定層
- 5 下地層
- 6 保護層
- 21、22… CoFe層
- 21'、22'… NiFe層

【図1】



【図2】



(5)

特開平10-294217

【図3】

